

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 02182390
PUBLICATION DATE : 17-07-90

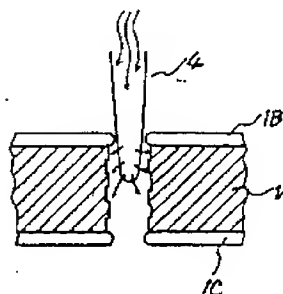
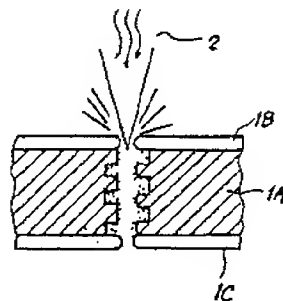
APPLICATION DATE : 10-01-89
APPLICATION NUMBER : 01003462

APPLICANT : CANON INC;

INVENTOR : NOUJIYOU SHIGENOBU;

INT.CL. : B23K 26/00

TITLE : METHOD FOR WORKING HOLE BY
USING LASER BEAM



ABSTRACT : PURPOSE: To obtain a through-hole having minute diameter, and excellent position accuracy and hole wall shape by using plural kinds of laser beams having different output wave lengths and stepwise working hole diameters in the through-hole.

CONSTITUTION: By irradiating the desired position on a circuit substrate with the long wave length laser beam 2 from a long wave length laser beam generating means, a first through-hole is formed. Successively, as a second step work, the short wave length length laser beam 4 from a short wave length laser beam generating means irradiates on the first through-hole formed at the first step. By this method, black carbide generated at the time of working with the long wave length laser beam at the first step can be eliminated and roughness of the hole circumferential wall can be smoothened.

COPYRIGHT: (C)1990,JPO&Japio

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平2-182390

⑬ Int. Cl.³

B 23 K 26/00

識別記号

3 3 0

庁内整理番号

7920-4E

⑭ 公開 平成2年(1990)7月17日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全4頁)

⑮ 発明の名称 レーザーを用いた孔加工方法

⑯ 特 願 平1-3462

⑰ 出 願 平1(1989)1月10日

⑱ 発 明 者 稲 川 秀 穂 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑲ 発 明 者 能 條 重 信 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
⑳ 出 願 人 キヤノン株式会社 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
㉑ 代 理 人 弁理士 丸 島 儀 一

明 細 書

1. 発明の名称

レーザーを用いた孔加工方法

2. 特許請求の範囲

- (1) 基板の表面から裏面にわたって貫通した孔をレーザーによって加工する方法において、前記レーザーは出力波長の異なる複数種のレーザービームを用いて貫通孔の孔径を段階的に加工するようにしたことを特徴とするレーザーを用いた孔加工方法。
- (2) 上記加工法における波長の異なる2種のレーザービームとして、一方は可視～赤外の長波長域のものを用い、他方は可視～紫外の短波長域のものを用いる事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレーザーを用いた孔加工方法。
- (3) 上記加工法において、最初に長波長のビームを用いて1次孔加工を行い、次に短波長のビームを用いて2次孔加工を行うという2ステップにより加工する事を特徴とする特許請求の範囲第1項記載のレーザーを用いた孔加工方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はレーザービームを利用したプリント配線板等の基板の加工法に関するものである。

(従来の技術)

従来プリント配線板のスルーホール形成においては、孔明け加工としてドリルによる機械的な加工法が用いられ、特に小径になるに従い、物理的強度の高い、高価な超硬ドリルが用いられる様になってきた。そして、このドリルで明けた孔に導体材料を折出させるというプロセスがとられていた。

第2図は、従来法による比較例を表わす図面であり、(a)は両面ガラスエポキシ基板に6のドリルによって孔明けをしたものの孔断面を示した図で壁面のランダムな凹凸や、上・下の開口位置ズレ(ドリルのシユータイングによる)があることを示している。(b)は導体を形成したものである。

(発明が解決しようとしている問題点)

上記従来例では、ドリルによる機械的な加工であるがゆえに、微小径になる程、下記に列举する様な種々の問題が出てくる。

- 1) ドリル径が小さい為、ドリルの刃の強度が低下しており、寿命が短い。
- 2) ドリルの寿命を少しでも延ばす為、送り速度を遅くする必要があり、加工時間が長くなる。
- 3) 孔の直行性、位置精度が悪くなる。
- 4) 孔内壁が、孔径に対して凹凸が大きく、形状的に導電材が均一に形成しにくく、各種ストレスに対する信頼性に欠ける。

(問題点を解決するための手段(及び作用))

そこで、本発明では、レーザービームを用いて熱及び光エネルギーを利用した加工を行うことにより、微小径化への対応をはかった。ここで平均出力が大きく、パルス化してビームを絞ることにより高エネルギー密度が得られる事により、短時間高速加工が可能なCO₂レーザー、YAGレーザー等長波長のレーザーは、レーザー光自体の光子

エネルギーが小さく熱的な加工が主となる為、特に樹脂系基板においては、黑色炭化物の発生や、樹脂—ガラス間のエッチングレートの差等が生ずる。これに対してエキシマレーザー等の短波長レーザーは、レーザー光自体の光子エネルギーが大きく先化学反応的な加工が主となる為、黑色炭化物の発生は抑えられ、樹脂—ガラスも、より均等にエッチングされるが、反面平均出力が小さいため、加工に時間がかかってしまう。

そこで、第1ステップとして長波長レーザーによる熱加工により、高速穿孔明け加工を行い、第2ステップとして短波長レーザーによる光化学加工により、孔壁の平滑化加工を行うというそれぞれの特性を生かした2ステップ加工を行う事により、微小径で孔壁形状に優れた信頼性の高いスルーホールを短時間で高速加工する事を可能にした。

(実施例)

第1図(a)～(d)は本発明の第1の実施例を示す。

第1図(a)は回路基板1の断面図を示す。

本実施例に用いた回路基板1はガラスエポキシ基板1Aの表面及び裏面に回路パターンとして銅部分1B、1Cを設けてある。該回路基板の厚さは600μmで銅張り厚さはそれぞれ18μmの厚さである。

第1図(d)は本発明の加工目標とする貫通孔の断面形状を示し、貫通孔1Dの周壁は表・裏面の銅部分との導通を得るための銅メツキ1Eを施す。例として、第1図(d)の貫通孔1Dの目標とする孔径D₁を0.1φとする。銅メツキ1Eの厚さを10μmとする。第1の加工ステップとして、第1図(b)に示すように回路基板1の所望の位置に長波長レーザービーム発生手段(不図示)からの長波長レーザービーム2を放出する。

長波長レーザーとして波長10.6μmの炭酸ガスレーザーを用いた。この第1ステップの加工により、第1図(b)に示すように第1の貫通孔を形成する。第1図(b)に模式的に示すように貫通孔の断面の周壁はガラス部分の残余と思われる凸部とエポキシが溶出された凹部からなる凹凸面となり、更に

黒点で示す炭化物が付着しているのが認められた。

次に第2ステップの加工として、第1図(c)に示すように、短波長レーザービーム発生手段(不図示)からの短波長レーザービーム4を前記第1ステップで形成した第1貫通孔に照射する。短波長レーザービームとして波長0.248μmのKrFエキシマレーザーを用いた。

この第2ステップのエキシマレーザーの光化学反応により前記第1ステップの長波長レーザービームの加工時に発生した黑色炭化物の消滅及び孔周壁の凹凸は平滑化することができた。

本実施例において、貫通孔の径D₁の目標径を0.1φ(100μm)とし、メツキ厚さを10～20μmとすると、第2ステップの加工によって形成する孔径の目標を70～80μmになるように第2ステップの短波長レーザービームのビーム径を絞る。

又、第1ステップの加工によって形成する孔径の目標を第2ステップの加工孔径の約90%程度であ

る60～70 μ mになるように第1ステップの長波長レーザービームのビーム径を絞って加工する。導通チェック、オイルディップによる熱衝撃信頼性、及び上下位置ズレについて評価を行った結果下表のようになった。

評価項目	テスト内容	実施例1	実施例2	比較例
導通チェック	50mΩ以下 ⑩	⑩/⑨ = 99/100	95/100	50/100
熱衝撃	250℃オイル デップ 5sec. 10回繰り返し	⑩/⑨ = 50/50	48/50	5/50
位置精度	中心軸の 位置ズレ	±10 μ m	±10 μ m	±50 μ m

但し、サンプルのスルーホール孔径は ϕ 0.1mm程度とする。

[発明の効果]

以上説明してきたように、高エネルギービームを用いて第1ステップとして長波長ビームによる熱加工、第2ステップとして短波長ビームによる光化

学加工を行うことにより、微小径で尚かつ、位置精度、孔壁形状に優れたスルーホールを信頼性高く得られるという効果がある。

4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の実施例を示すものであり、(a)は初期状態、(b)は長波長ビーム、(c)は短波長ビーム、(d)は導体形成後の各断面図を表わしたものである。

第2図は従来法による例として、ドリルによる機械的な加工時の断面図(a)と導体形成後の断面図(b)を表わしたものである。

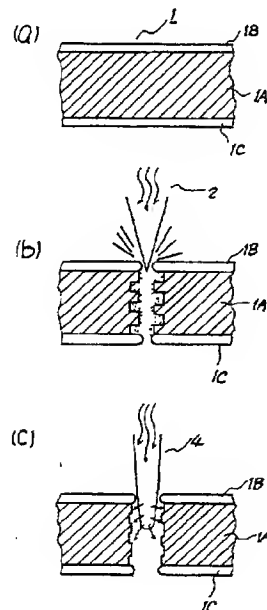
- 1 基材銅箔
1A 基材絶縁層(ガラスエポキシ)
2 長波長ビーム(炭酸ガスレーザー又はYAGレーザー)
4 短波長ビーム(エキシマレーザー)
6 ドリル

出願人 キヤノン株式会社

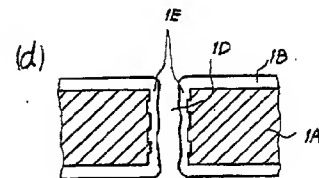
代理人 丸 島 徹 一



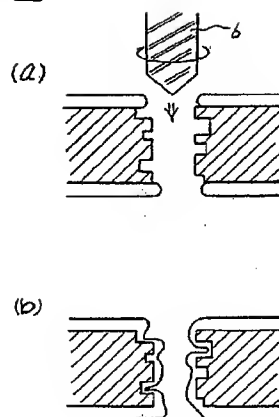
第1図



第1図



第2図



(19) Japan Patent Office (JP)
(11) Publication Number of Patent Application
No. H02-182390
(12) Publication of Patent Application
5 (43) Date of Publication of Application: July 17, 1990
(51) Int. Cl.⁵
B 23 K 26/00
Identification Number
330
10 Intraoffice Reference Number
7920-4E
Request for Examination: not filed
Number of Claims: 3
(4 pages in total)
15 (54) Title of the Invention: METHOD FOR WORKING HOLE BY USING
LASER BEAM
(21) Application Number: H01-3462
(22) Application Date: January 10, 1989
20 (72) Inventor: Hideho INAGAWA
c/o Canon Inc.
3-30-2, Shimomaruko, Oota-ku, Tokyo
(72) Inventor: Shigenobu NOUJIYOU
c/o Canon Inc.
25 3-30-2, Shimomaruko, Oota-ku, Tokyo
(71) Applicant: Canon Inc.
3-30-2, Shimomaruko, Oota-ku, Tokyo
(74) Agent: Patent Attorney, Giichi MARUSHIMA
30
SPECIFICATION
1. TITLE OF THE INVENTION
METHOD FOR WORKING HOLE BY USING LASER BEAM
35 2. CLAIMS

1. A method for processing a hole through a substrate from a front face to a back face using a laser,

wherein the through hole is processed using plural laser beams having different output wavelengths from the laser so that
5 a diameter of the through hole is stepwisely changed.

2. The method for processing a hole using a laser according to claim 1,

wherein two laser beams having different wavelengths are
10 used as the plural laser beams having different wavelengths,

one of the two laser beams having a long wavelength in a range from visible to infrared wavelength,

an other of the two laser beams having a short wavelength in a range from visible to ultraviolet wavelength.

15

3. The method for processing a hole using a laser according to claim 1,

which comprises two sequential steps of:

a first hole processing using the laser beam having a long
20 wavelength; and

a second hole processing using the laser beam having a short wavelength.

3. DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

25 [Industrial Field of the Invention]

The present invention relates to a method for processing a substrate such as a printed-wiring board using laser beams.

[Prior Art]

30 Mechanically processing methods using a drill have been conventionally used as hole forming processing methods to form through holes on a printed-wiring board. Expensive carbide drills having high physical strength have become popular for forming particularly holes having a smaller diameter.
35 Thereafter, a process of depositing a conductive material over

a hole formed by a drill of this type is conventionally performed.

Figs. 2 are views showing a comparative example using a conventional method. Fig. 2(a) is a cross-sectional view of a hole formed by a drill 6 through a double-sided glass epoxy substrate. As shown in Fig. 2(a), the hole has random projections and depressions on its wall and positions of openings on the top and the bottom deviate from each other (due to shooting of the drill). Fig. 2(b) is a view of a formed conductor.

(Problems to be Solved by the Invention)

The conventional example is a mechanical processing method using a drill, and thereby tends to experience the following problems particularly upon forming a hole having a minute diameter.

- 1) A short lifetime of the drill. This is because the drill has a small drill diameter and thereby a blade of the drill has a lower strength.
- 2) A longer processing time. This is because the drill is delivered at a lower speed for the purpose of prolonging the lifetime of the drill as long as possible.
- 3) Low straightness and low positional accuracy of the hole.
- 4) Low reliability to various stresses. This is because the hole has projections and depressions which are large relative to the hole diameter on the inner wall, and thereby a conductive material thereon tends not to be uniform.

[Means for Solving the Problems (and Effects)]

The present invention aims to follow minimization of the hole diameter by processing with heat energy and light energy using laser beams. Long-wavelength lasers with high average energy output such as CO₂ lasers and YAG lasers can achieve high energy density by narrowing pulsed beams and thereby enable

short-term high-speed processing. The long-wavelength lasers, however, performs mainly thermal processing due to low photon energy of the laser beams themselves, and thereby cause problems such as generation of black carbides, an etching rate difference
5 between a resin and a glass particularly when a resin-type substrate is used. On the other hand, short wavelength lasers such as excimer lasers perform mainly processing by a photochemical reaction due to high photon energy of the laser beams themselves, and thereby can suppress generation of black
10 carbides and etch the resin and the glass more uniformly. The short wavelength lasers, however, requires a longer time for processing due to low average energy output.

Short-term high-speed processing of a through hole having a minute diameter and high reliability with a favorably shaped
15 wall can be achieved by employing two steps which utilizes advantages of the lasers: a first step, high-speed rough hole formation processing by heat processing using a long wavelength laser; and a second step, hole wall smoothing processing by photochemical processing using a short-wavelength laser.

20

(Examples)

Figs. 1(a) to 1(d) show the first example of the present invention.

Fig. 1(a) shows a cross-sectional view of a circuit board
25 1.

The circuit board 1 used in the present example is formed of a glass epoxy substrate 1A having copper portions 1B and 1C formed on a front face and a back face as circuit patterns. The thickness of the circuit board is 600 μm and the thickness of
30 the copper plate is 18 μm .

Fig. 1(d) shows a cross-sectional shape of a target through hole to be formed in the present invention. The through hole 1D has a copper coating 1E on its circumferential wall to allow conduction between the copper portions on the front face
35 and the back face. The following description is on one example

in which the target diameter D_1 of the through hole in Fig. 1(d) is set to 0.1ϕ and the thickness of the copper coating 1E is set to $10 \mu\text{m}$. In the first processing step, as shown in Fig. 1(b), a desired portion on the circuit board 1 was irradiated
5 with a long wavelength laser beam 2 emitted from a long-wavelength laser beam generating means (not shown).

A carbon dioxide laser using a wavelength of $10.6 \mu\text{m}$ was used as the long wavelength laser. A first through hole was formed in the first processing step as shown in Fig. 1(b). The
10 circumference wall schematically shown in the cross-section of the through hole in Fig. 1(b) has projections and depressions. The projections were presumably formed by residues of the glass and the depressions were formed by elution of the epoxy. In addition, adhering black carbides (shown by black points) were
15 observed.

Next, in the second processing step, as shown in Fig. 1(c), the first through hole formed in the first processing step was irradiated with a short wavelength laser beam 4 emitted from a short wavelength laser beam generating means (not shown). A
20 KrF excimer laser that emits a laser beam having a short wavelength of $0.248 \mu\text{m}$ was used as the short wavelength laser.

A photochemical reaction caused by the excimer laser in the second processing step enabled the black carbides generated upon the processing by the long wavelength laser in the first
25 processing step to be removed and also enabled the projections and depressions formed upon the processing on the circumferential wall of the through hole to be flat.

In the present example, the target diameter D_1 of the through hole was set to 0.1ϕ ($100 \mu\text{m}$) and the thickness of the
30 coating was set to 10 to $20 \mu\text{m}$. The beam diameter of the short wavelength laser beam used in the second step was narrowed so that the target diameter of the hole formed in the second processing step was 70 to $80 \mu\text{m}$.

The beam diameter of the long wavelength laser beam in
35 the first step was narrowed for processing so that the target

diameter of the hole formed by the processing in the first step was about 90% of the diameter of the hole processed in the second step, that is, 60 to 70 μm . The table below shows the results of evaluation on conduction check, thermal shock reliability using an oil dip and positional deviation between the top and the bottom.

Evaluation Item	Content of test	Example 1	Example 2	Comparative Example
Conduction check	50 m Ω /hole or less determined as "good"	"good"/"all" =99/100	95/100	50/100
Thermal shock	260°C oil dip 5 sec.x10 times	"good"/"all" =50/50	48/50	5/50
Position accuracy	Positional deviation of center axis	$\pm 10 \mu\text{m}$	$\pm 10 \mu\text{m}$	$\pm 50 \mu\text{m}$

The diameters of the through holes in samples were about $\phi 0.1$ mm.

10

[Effects of the Invention]

As described so far, it is possible to obtain an effect that a through hole having a minute diameter with a favorably shaped wall can be formed with a high positional accuracy and high reliability by heat processing using a high energy beam having a long wavelength (first step); and by photochemical processing using a laser beam having a short wavelength (second step).

20 4. BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Figs. 1 show an example of the present invention: Fig. 1(a) shows a cross-section in an initial state; Fig. 1(b) shows a cross-section with a long wavelength beam; Fig. 1(c) shows a cross-section with a short wavelength; and Fig. 1(d) shows a cross-section of a formed conductor.

25

Figs.2 show an example in which a conventional method is used: Fig. 2(a) shows a cross-section upon mechanical processing using a drill, and Fig. 1(b) shows a cross-section of a formed conductor.

- 5 1 Substrate copper plate
- 1A Substrate insulating layer (glass epoxy)
- 2 Long wavelength laser beam (from a carbon dioxide laser
 or a YAG laser)
- 4 Short wavelength laser beam (from an excimer laser)
- 10 6 Drill

Applicant: Canon Inc.

Agent: Patent Attorney, Giichi MARUYAMA